

不同施肥处理对罗汉果产量和质量的影响

黄媛¹, 林杨¹, 汤丹峰¹, 钟楚¹, 孙旺², 韦坤华¹, 缪剑华¹, 朱艳霞^{1*}

(1. 广西壮族自治区药用植物园, 广西南宁 530023; 2. 元泰丰(包头)生物科技有限公司, 内蒙古包头 014017)

摘要 以罗汉果为研究对象, 采用田间随机区组试验, 测定不同施肥类型和施肥量对罗汉果产量和质量的影响, 以期为罗汉果合理施肥提供参考依据。结果表明, 与不施肥处理相比, 生物有机肥和化肥均能显著增加罗汉果的产量、果径、鲜重、大中果率和一级果中皂苷含量; 生物有机肥处理的增产效果较化肥更为显著; 生物有机肥处理对罗汉果产量、果径和大果率均随有机肥施用量呈先增加后减少的趋势, 从一级果中的罗汉果苷V含量上看, 其含量随施用量增加呈先增加后减少的趋势, $S_1 \sim S_3$ 处理一级果中罗汉果苷V含量相比 S_0 处理, 分别提高了 1.17、1.22、1.29 倍, S_4 处理罗汉果苷V含量显著降低。综合来看, S_3 处理是该研究中最适宜的罗汉果施肥类型和施肥量。

关键词 生物有机肥; 化肥; 罗汉果; 产量; 质量

中图分类号 S567.1⁺9 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2023)10-0123-04

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2023.10.027



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Effects of Different Fertilization Treatments on *Siraitia grosvenorii* Yield and Quality

HUANG Yuan, LIN Yang, TANG Dan-feng et al (Guangxi Botanical Garden of Medicinal Plants, Nanning, Guangxi 530023)

Abstract In order to provide reference for rational fertilization of *Siraitia grosvenorii*, using field randomized block experiment, we took it as the research object and measured the yield and quality of *Siraitia grosvenorii* under different fertilization types and levels. Results showed that compared with no fertilization treatment, both bio-organic fertilizer and chemical fertilizer could significantly increase yield, fruit diameter, fresh weight, medium and large fruit rate and saponin content in primary fruit of *Siraitia grosvenorii*. The effect of bio-organic fertilizer was more significant than that of chemical fertilizer. The yield, fruit diameter and large fruit rate of *Siraitia grosvenorii* were firstly increased and then decreased with the amount of bio-organic fertilizer applied. Compared with S_0 treatment, the content of mogroside V in first grade fruit of $S_1 \sim S_3$ treatment was increased by 1.17, 1.22 and 1.29 times, respectively, and the content of mogroside V in S_4 treatment was significantly decreased. In conclusion, S_3 treatment was the most suitable fertilizer type and amount for *S. grosvenorii* in this study.

Key words Bio-organic fertilizer; Chemical fertilizer; *Siraitia grosvenorii*; Yield; Quality

我国土壤由于长期过量施用化肥导致土壤微生物活性低、酸化严重、养分失调, 同时还对环境造成了严重的污染。减少化肥施用, 增加生物有机肥是改善土壤环境、提高作物产量和质量的有效途径^[1-3]。研究表明, 施用生物有机肥, 既能促进作物生长、提高产量、改善品质, 还可以降低病虫害, 用生物有机肥替代化肥是实现化肥零增长的有效途径^[4]。

罗汉果是葫芦科(Cucurbitaceae)罗汉果属植物(*Siraitia grosvenorii*(Swingle)C.Jeffrey)的成熟果实, 主产于广西临桂、永福和龙胜等县, 其性凉味甘, 无毒, 有润肺止咳、凉血、润肠通便的功效, 素有“东方神果”美誉, 是食药同源植物。罗汉果中所含的甜度极高的甜味物质是一种低卡路里的理想天然甜味剂, 2020 年被评为“桂十味”道地药材, 市场需求以每年 30% 以上的速度增长。罗汉果产业已形成全产业链体系, 已开发出罗汉果甜甙、饮料、浓缩汁、中药等 100 多个系列产品, 成为广西桂林乡村振兴的支柱产业, 2021 年桂林市罗汉果全行业实现总产值超过 120 亿元, 同步增长 23%^[4]。罗汉果为高需肥作物, 目前人工种植以化肥和农家肥为主^[5-7], 由于追求产量和收益, 需要大量施用化肥, 使得罗汉果药材重金属含量超标, 严重影响其品质^[8-9]。此外, 过量施用化肥、

农家肥会造成肥料中的营养成分不能完全被农作物吸收而大量滞留在土壤内, 容易造成土壤板结、土壤质量严重退化, 且污染种植环境。研究表明在罗汉果栽培过程中减少化肥使用量甚至是完全使用有机肥种植罗汉果是可以实现的。在国家减肥减药标准下, 用有机肥代替化肥, 提高罗汉果的产量和质量是罗汉果行业乃至整个中药产业急需解决的问题。

笔者通过田间随机区组试验, 探讨了施用化肥和生物有机肥对罗汉果产量和质量的影响, 以及施用不同量的生物有机肥对罗汉果产量和质量的影响, 以期为罗汉果合理施肥提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验地概况 试验地位于广西桂林市临桂区中庸镇穴田村, 110°04'43.58"E、25°26'37.92"N, 海拔 168 m, 是罗汉果的核心道地产区, 为亚热带季风区, 平均气温 19.1 °C, 极端最高气温 39.6 °C, 极端最低气温为 -1.6 °C。全年以东北风为主要风向, 湿度较大, 四季分明, 雨量充沛, 气温温和湿润, 年平均降水量为 1 869 mm, 无霜期 302 d。土壤为黄褐土, 0~20 cm 土层基本理化性状为有机质 242.0 g/kg、有效氮(碱解氮) 131.04 mg/kg、有效磷 87.23 mg/kg、速效钾 310.07 mg/kg。

1.2 试验材料 罗汉果种苗为桂林柏林生物技术有限公司提供的组培苗。

“元泰丰”生物有机肥由元泰丰(包头)生物科技有限公司提供, 外观为褐黑色粉状无味无机杂质, 水分含量为 24.8%, pH 6.1, 有机质 $\geq 45\%$, 总养分 $\geq 5.0\%$, 总氮含量

基金项目 国家中药材产业技术体系南宁综合试验站资助项目(CARS-21); 广西壮族自治区中医药管理局自筹经费科研课题(GXZYA20220003); 对发展中国家科技援助专项(KY201904001)。

作者简介 黄媛(1987—), 女, 湖北孝感人, 助理研究员, 博士, 从事中药资源生态学研究。* 通信作者, 高级工程师, 博士, 从事中药资源保育研究。

收稿日期 2022-06-08

1.8%,磷含量4.1%,钾含量0.2%,含钙、镁、硫、硼、锌、铜、铁等。

化肥为氮磷钾复合为N-P-K=15-15-15。

1.3 试验方法 罗汉果的种植时间为2021年3月20日,种植密度为4 200株/hm²,起畦高15~20 cm,宽130~150 cm,按行距1.5~1.7 m,株距1.0~1.3 m开穴,每穴按试验设计施基肥,将肥与土拌匀,堆成直径60 cm、高12~15 cm的土堆,定植。2021年4月底搭棚,一般用竹木作支架,棚高1.7 m左右,棚顶铺放小竹子或树枝,然后在株旁插一条小竹子,以便茎蔓往上攀援生长。苗高17~20 cm时,将藤茎上生长出的侧枝摘除,留下主蔓,以利主蔓迅速生长。苗高30 cm时,用稻草或麻绳将主蔓松绑在竹子上,帮助茎蔓上棚。于当年6月初花期,每穴按试验设计追肥。施肥方法为在离主茎基部25 cm处开半环状沟施用。

根据成熟情况分2次进行采收,第一次采收时间当年9月14日,第二次采收时间当年10月11日。设置不同基肥类型和不同施用量2组:①不同基肥类型对罗汉果产量和质量的影响,共3个处理,CK为对照不施基肥,T₁基肥为有机肥(1.5 kg/株),T₂基肥为氮磷钾复合肥(0.15 kg/株,N-P-K=15-15-15)。②不同施用量对罗汉果产量和质量的影响,共5个处理,S₀~S₄分别指有机肥施用量为0、0.5、1.0、1.5、3.0 kg/株。

1.4 测定项目与方法 ①产量、果径、鲜重及果形分级。在罗汉果成熟后,分别采收各处理果实,并计算产量,测量果径和鲜重。果实等级分类按罗汉果商品分类等级进行。直径>

5.74 cm属特级果,>5.26 cm属一级果,>4.78 cm属二级果,>4.46 cm属三级果^[10]。②11-O-罗汉果苷V、赛门苷I、罗汉果苷V含量测定方法参照文献[11]的方法用甲醇超声提取,色谱条件参照文献[12],以乙腈-水(23:77)为流动相,检测波长203 nm。

1.5 数据分析 采用Excel 2020和SPSS 22.0软件进行数据处理和统计分析,用Origin 2018软件作图。采用单因素试验法进行方差分析,用Duncan极差法进行多重比较(α=0.05),表中数据均为3个重复的平均值±标准差。

2 结果与分析

2.1 不同基肥类型对罗汉果产量和质量的影响 由表1可知,CK的罗汉果平均单株产量为21个,产量为89 595个/hm²。与CK处理相比,T₁处理对罗汉果增产效果显著,增产幅度为31.3%;T₂处理后罗汉果单株产量变化不大,由21个降至20个。从果形大小上看,T₁和T₂处理均有特级果,特级果果径分别为6.54、6.64 cm,平均果径也分别增加了7.0%、4.2%。从果重上看,T₁和T₂处理的平均鲜重分别增加了20.9%、10.6%。从果形分级上看,T₁处理后特级果率、一级果率、二级果率分别为14.8%、27.5%、43.4%,三级果率则降低至14.2%;T₂处理后特级果率、一级果率、二级果率分别为2.3%、14.7%、73.0%,三级果率则降低至10.0%。说明T₁处理可以增加罗汉果单株产量,T₁(有机肥)和T₂(化肥)均能提高罗汉果果形等级,增加特级果和大果比重,尤其是有机肥的促进作用更为明显。

表1 不同施肥类型对罗汉果产量和质量的影响

Table 1 Effects of different fertilization types on yield and quality of *Siraitia grosvenorii*

处理 Treatment	产量 Yield			果径 Fruit diameter								
	单株产量 个	产量 个/hm ²	比CK相比变 化幅度//%	特级果 cm	一级果 cm	二级果 cm	三级果 cm	平均值 cm	与CK相比 变化幅度//%			
CK	21±4 b	89 595±29 500 b	—	—	5.94±0.06 a	5.45±0.03 a	5.06±0.02 b	5.29±0.04 c	—			
T ₁	28±4 a	117 600±25 548 a	31.3 a	6.54±0.03 a	5.92±0.03 a	5.44±0.02 a	5.01±0.04 b	5.66±0.05 a	7.0 a			
T ₂	20±5 b	82 605±37 644 b	-7.8 b	6.64±0.00 a	5.88±0.06 a	5.48±0.02 a	5.12±0.02 a	5.51±0.04 b	4.2 b			
处理 Treatment	鲜重 Fresh weight					果形分级 Shape classification//%						
	特级果 g	一级果 g	二级果 g	三级果 g	平均值 g	与CK相比 变化幅度//%	特级率	一级率	二级率	三级率		
CK	—	88.76±2.92 a	69.34±1.65 a	57.08±0.97 a	64.68±1.56 c	—	0±0	9.7±9.7 c	34.0±16.1 c	56.7±17.3 a		
T ₁	124.03±4.03 a	82.17±1.74 b	68.62±1.34 a	55.24±1.70 a	78.17±2.46 a	20.9 a	14.8±2.1 a	27.5±1.3 a	43.4±3 b	14.2±5.9 b		
T ₂	125.77±0.00 a	83.98±2.88 b	70.87±0.94 a	55.93±1.30 a	71.52±1.59 b	10.6 b	2.3±2.3 b	14.7±3.9 b	73.0±10.1 a	10.0±10.0 b		
处理 Treatment	一级果 Level 1 fruit//%				二级果 Level 2 fruit//%				三级果 Level 3 fruit//%			
	11-O-罗汉 果苷V	罗汉果苷V	赛门苷I	总皂苷	11-O-罗汉 果苷V	罗汉果苷V	赛门苷I	总皂苷	11-O-罗汉 果苷V	罗汉果苷V	赛门苷I	总皂苷
CK	0.28± 0.05 a	1.45± 0.02 b	0.11± 0.03 a	1.84± 0.04 b	0.40± 0.08 a	1.81± 0.09 a	0.09± 0.03 a	2.30± 0.18 a	0.37± 0.06 a	1.73± 0.06 a	0.07± 0.01 a	2.17± 0.11 a
T ₁	0.28± 0.01 a	1.87± 0.02 a	0.09± 0.02 a	2.24± 0.01 a	0.32± 0.05 a	1.69± 0.19 ab	0.09± 0.02 a	2.10± 0.23 ab	0.31± 0.05 a	1.47± 0.03 b	0.07± 0.01 a	1.86± 0.07 b
T ₂	0.28± 0.07 a	1.27± 0.1 b	0.06± 0.01 a	1.61± 0.16 b	0.31± 0.06 a	1.34± 0.03 b	0.07± 0.02 a	1.71± 0.07 b	0.28± 0 a	1.63± 0.03 a	0.06± 0.01 a	1.97± 0.02 a

注:同列不同小写字母表示不同处理间差异显著(P<0.05)。

Note: Different lowercase letters in the same column indicated significant difference between different treatments (P<0.05).

罗汉果苷是罗汉果的主要化学成分,也是有效成分,其中11-O-罗汉果苷V、罗汉果苷V、赛门苷I 3种皂苷类成分

甜度较高,分别相当于蔗糖的392、425、563倍。从一级果中的11-O-罗汉果苷V和赛门苷I含量上看,T₁和T₂处理均与

对照无显著差异。从一级果中罗汉果苷V和总皂苷含量上看, T_1 处理较 CK 显著上升, 分别升至 1.87%、2.24%; T_2 处理较 T_1 显著降低, 分别降至 1.27%、1.61%。说明化肥降低一级果有效成分含量, 而有机肥能提高一级果有效成分含量。

从二级果中的 11-O-罗汉果苷V和赛门苷I的含量上看, T_1 和 T_2 处理均与对照无显著差异。从二级果中的罗汉果苷V和总皂苷含量上看, CK 处理的含量分别为 1.81%、2.30%, T_1 处理的含量未见显著变化; T_2 处理的含量显著降低至 1.34%、1.71%。说明化肥降低二级果有效成分含量, 而有机肥对二级果有效成分含量不产生影响。

从三级果中的 11-O-罗汉果苷V和赛门苷I的含量上看, T_1 和 T_2 处理均与对照无显著差异。从罗汉果苷V和总皂苷含量上看, CK 处理的含量分别为 1.73%、2.17%, T_1 处理后含量显著降低至 1.47%、1.86%; T_2 处理后含量未见显著变化。说明化肥对三级果有效成分含量不产生影响, 而有机肥降低三级果有效成分含量。

2.2 有机肥不同施用量对罗汉果产量和质量的影响 由表 2 可知, S_0 处理的罗汉果平均单株产量为 21 个, 产量为 89 595个/hm²。与 S_0 处理相比, 施用中等水平的有机肥(S_2 和 S_3)对罗汉果具有增产作用, 增产幅度分别为 15.6%、31.3%, 通过分析施肥量与产量发现, 随着施肥量增加产量呈先增加后减少的趋势(图 1)。从果形大小和果重上看, 与 S_0

处理相比, 施用 0.5~3.0 kg/株的有机肥后, 罗汉果平均果径增幅为 3.6%~12.5%, 平均鲜重增幅为 21.0%~40.7%。从果形分级上看, S_0 处理的三级果率占 56.7%, 总体果形较小, 施用 0.5~3.0 kg/株的有机肥后, 罗汉果三级果率均有不同程度的降低, 特级果和一级果率均有不同程度的增加, 其中较低水平的有机肥(S_1)显著提高了罗汉果二级果率, 施用中高等水平的有机肥(S_2 、 S_3 和 S_4)对罗汉果特级果率和一级果率的增加效果显著, 特级果和一级果总比重分别为 39.0%、42.3%、76.3%, 整体果形偏大。说明施用有机肥能提高罗汉果果形等级, 其促进作用随施肥水平增大而增强。

从一级果中的 11-O-罗汉果苷V和赛门苷I的含量上看, S_1 、 S_2 、 S_3 、 S_4 均与 S_0 处理无显著差异。从一级果中的罗汉果苷V的含量上看, 施用低中等水平的有机肥(S_1 、 S_2 和 S_3)后, 罗汉果苷V含量显著增加, 分别为 S_0 的 1.17、1.22、1.29倍; 施用较高水平的有机肥(S_4)后, 罗汉果苷V含量显著降低, 为对照的 84%。说明中低水平的有机肥能显著提高一级果有效成分含量。从二级果中的 11-O-罗汉果苷V、罗汉果苷V、赛门苷I含量上看, 施用 0.5~3.0 kg/株的有机肥后, 11-O-罗汉果苷V含量为 0.32%~0.37%, 罗汉果苷V含量为 1.67%~1.89%, 赛门苷I含量为 0.05%~0.09%, 与不施肥处理均无显著差异。

表 2 有机肥不同施用量对罗汉果产量和品质的影响

Table 2 Effects of different organic fertilizer application amount on yield and quality of *Siraitia grosvenorii*

处理 Treatment	产量 Production			果径 Fruit diameter								
	单株产量 个	产量 个/hm ²	与 S_0 相比 变化幅度//%	特级果 cm	一级果 cm	二级果 cm	三级果 cm	平均值 cm	与 S_0 相比 变化幅度//%			
S_0	21±4 c	89 595±29 500 c	—	—	5.94±0.06 a	5.45±0.03 a	5.06±0.02 b	5.29±0.04 d	—			
S_1	21±3 c	89 595±21 553 c	0	—	5.87±0.03 a	5.48±0.02 a	5.08±0.03 b	5.48±0.04 c	3.6			
S_2	25±1 b	103 605±4 850 b	15.6 b	6.60±0.07 a	6.03±0.04 a	5.47±0.02 a	5.22±0.06 a	5.70±0.06 b	7.8			
S_3	28±4 a	117 600±25 548 a	31.3 a	6.54±0.03 a	5.92±0.03 a	5.44±0.02 a	5.01±0.04 b	5.66±0.05 b	7.0			
S_4	20±2 c	85 395±15 901 c	-4.7 c	6.47±0.02 a	6.02±0.03 a	5.57±0.03 a	5.03±0.08 b	5.95±0.05 a	12.5			
处理 Treatment	鲜重 Fresh weight					果形分级 Shape classification//%						
	特级果 g	一级果 g	二级果 g	三级果 g	平均值 g	与 S_0 相比 变化幅度//%	特级率	一级率	二级率	三级率		
S_0	—	88.76±2.92 c	69.34±1.65 b	5.06±0.02 b	64.68±1.56 c	—	0±0	9.7±9.7 d	34.0±16.1 c	56.7±17.3		
S_1	—	91.29±1.94 b	78.23±1.22 a	5.08±0.03 b	78.27±1.42 b	21.0 b	12.3±2.3 b	14.7±3.9 c	73.0±10.1 a	10.0±10.0		
S_2	112.97±3.43 b	87.14±1.82 c	71.53±1.05 b	5.22±0.06 a	78.73±1.98 b	21.7 b	12.7±12.7 b	26.3±10.2 b	45.7±14.4 b	16.0±8.2		
S_3	124.03±4.03 a	82.17±1.74 d	68.62±1.34 b	5.01±0.04 c	78.17±2.46 b	20.9 b	14.8±2.1 a	27.5±1.3 b	43.4±3.0 b	14.2±5.9		
S_4	112.32±1.35 b	93.46±1.49 a	77.26±1.65 a	5.03±0.08 c	90.99±2.01 a	40.7 a	15.3±1.9 a	61.0±1.2 a	19.3±3.2 d	19.5±14.0		
处理 Treatment	一级果 Level 1 fruit//%				二级果 Level 2 fruit//%				三级果 Level 3 fruit//%			
	11-O-罗汉 果苷V	罗汉 果苷V	赛门苷I	总皂苷	11-O-罗汉 果苷V	罗汉 果苷V	赛门苷I	总皂苷	11-O-罗汉 果苷V	罗汉 果苷V	赛门苷I	总皂苷
S_0	0.28 ab	1.45 c	0.11 a	1.84 b	0.40 a	1.81 a	0.09 a	2.30 a	0.37 a	1.73 b	0.07 a	2.17 ab
S_1	0.31 ab	1.69 b	0.08 a	2.08 a	0.33 a	1.89 a	0.06 a	2.29 a	0.28 a	1.75 b	0.08 a	2.11 b
S_2	0.41 a	1.77 b	0.09 a	2.26 a	0.35 a	1.67 a	0.05 a	2.08 a	0.34 a	1.90 a	0.09 a	2.33 a
S_3	0.28 ab	1.87 a	0.09 a	2.24 a	0.32 a	1.69 a	0.09 a	2.10 a	0.31 a	1.47 c	0.07 a	1.86 c
S_4	0.20 b	1.22 d	0.06 a	1.48 c	0.37 a	1.84 a	0.07 a	2.29 a	0.34 a	1.53 c	0.08 a	1.94 bc

注: 同列不同小写字母表示不同处理间差异显著($P<0.05$)。

Note: Different lowercase letters in the same column indicated significant difference between different treatments($P<0.05$).

从三级果中 11-O-罗汉果苷V和赛门苷I的含量上看, S_1 、 S_2 、 S_3 、 S_4 均与 S_0 处理无显著差异。从三级果中罗汉果苷V含量上看, 施用中等水平的有机肥(S_2)后, 罗汉果苷V含量

显著增加至 1.90%; 随着施肥量增加(S_3 和 S_4), 罗汉果苷V含量显著降低, 分别为对照的 85%、88%。说明低肥对三级果有效成分含量无显著影响, 中肥能显著提高三级果有效成

分含量,高肥显著降低三级果有效成分含量。

2.3 不同基肥类型和不同施用量对罗汉果产值的影响 按照当年特级果 1.25 元/个、一级果 1.1 元/个、二级果 0.9 元/个、三级果 0.8 元/个的市场价格,不同基肥类型和不同基肥施用量对罗汉果产值的影响见图 1。CK 和 T_2 处理

下,罗汉果的产值分别为 77 700、76 095 元/ hm^2 , T_1 处理下罗汉果的产值为 116 340 元/ hm^2 ,施有机肥显著增加罗汉果的产值。不同基肥施用量下,罗汉果的产值在 77 700 ~ 116 340 元/ hm^2 ,有机肥施用量为 S_3 时,罗汉果产值最高。

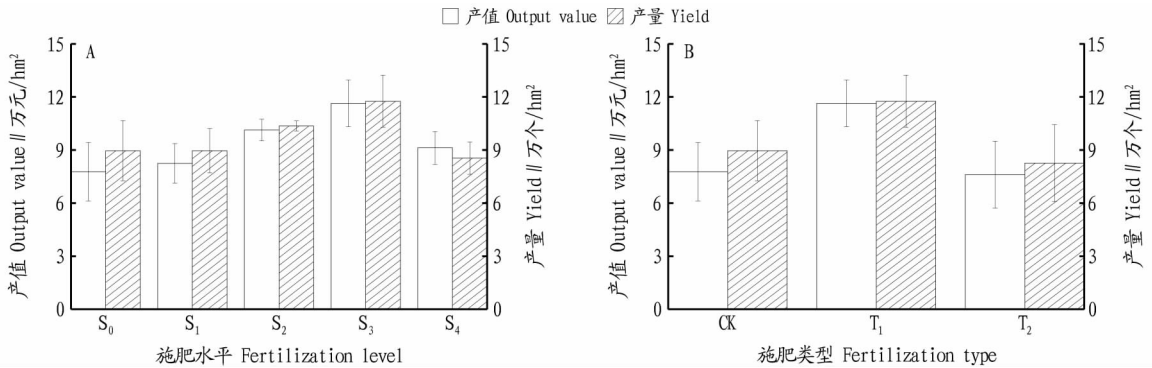


图 1 不同基肥类型(A)和不同施肥量(B)对罗汉果产值的影响

Fig.1 Effect of different fertilizer types (A) and different fertilizer amount (B) on the output value of *Siraitia grosvenorii*

3 讨论

有机肥能提高葫芦科作物、西瓜、黄瓜、丝瓜等产量,表现在有机肥施用一方面可提供作物生长发育所需的养分,另一方面能改善土壤结构、微生物群落结构和活性,促进土壤中养分的释放。

该研究结果与梁琼月等^[13]、张占田等^[14]、张颖娟等^[15]、何娇等^[16]在罗汉果、玉米和潞党参上的结果相同,施用生物有机肥可以增加单株罗汉果的产量、大果率以及罗汉果甜甙含量。施用生物有机肥可显著提高罗汉果叶绿素 A 和叶绿素 B 的含量,最大分别增加 0.38 和 0.34 mg/g,同时显著增加了果实干物质含量^[17]。梁琼月等^[13]研究发现,施用生物有机肥显著增加罗汉果根区养分含量,土壤中 P、K 和有机质的含量显著增加。该研究结果与李淑仪等^[18]、司东霞等^[19]在节瓜、丝瓜和西葫芦上的研究结果相同,产量与有机肥施用量的回归关系均呈正向抛物线的规律,说明适量施用有机肥可获得最高产量,但施用量达到一定范围时,产量均会下降。谭军利等^[20]和张国顺等^[21]在研究有机肥替代化肥时,发现有机肥主要是显著促进了压砂西瓜、丝瓜主蔓的伸长、增粗和叶片的发生与扩展,进而促进植物光合作用,增加土壤有机质、速效氮的含量,从而达到增加瓜的果实数量和单瓜质量的效果。任辉丽等^[17]研究发现,施用生物有机肥能显著增加枸杞果实可溶性固性物含量、枸杞多糖含量以及总黄酮含量等,对比不施肥和单施化肥,增施生物有机肥使可溶性糖含量分别增加 60.3%、13.1%,中心可溶性固形物含量分别显著增加 30.1%和 13.7%。胡英宏等^[22]研究生物有机肥对菠萝根际微生物群落和心腐病的影响,结果发现,施用生物有机肥后,菠萝心腐病发病率下降,土壤真菌群落结构和组成发生较大变化。施用 80% 普通有机肥、20% 菜籽饼和枯草芽孢杆菌 (HL2) 对降低连作土壤菠萝心腐病效果显著,发病率降低为 0,且土壤真菌群落丰富度和多样性达到最大。

4 结论

施用生物有机肥可显著增加罗汉果的产量、果径、鲜重、大果率、11-0-罗汉果苷 V、罗汉果苷 V、赛门苷 I 3 种皂苷类成分的含量。有机肥施肥量为 3 kg/株对罗汉果的增产效果最显著,施肥量为 3 kg/株时,罗汉果的果径增幅最大,但罗汉果苷 V 含量显著降低。中高水平施肥量有利于提高特级果和一级果鲜重,低水平有机肥施肥量有利于提高二级果和三级果鲜重,中低水平的有机肥能显著提高罗汉果(一级果)有效成分含量。综合考虑罗汉果产量、质量和总产值, S_3 处理(施用有机肥 1.5 kg/株,折合 6 300 kg/ hm^2)是最适宜的施肥方式。

参考文献

- [1] 陈明全.推进化肥减量增效 促进种植业绿色发展[J].磷肥与复肥, 2019,34(4): 1-3.
- [2] 孔凡斌,郭巧琴,潘丹.中国粮食作物的过量施肥程度评价及时空分异[J].经济地理,2018,38(10): 201-210,240.
- [3] 白由路.高效施肥技术研究的现状与展望[J].中国农业科学,2018,51(11): 2116-2125.
- [4] 陆艳,覃圣云,胡婷婷,等.打造广西百亿“甜蜜产业”[J].企业科技与发展,2022(2): 25-27.
- [5] 李典鹏,张厚瑞.广西特产植物罗汉果的研究与应用[J].广西植物, 2000,20(3): 270-276.
- [6] 陶磊,褚贵新,刘涛,等.有机肥替代部分化肥对长期连作棉田产量、土壤微生物数量及酶活性的影响[J].生态学报,2014,34(21): 6137-6146.
- [7] 石天广.罗汉果优质高产栽培技术[J].南方农业,2016,10(18): 54,56.
- [8] 白隆华.罗汉果规范化高产栽培技术[J].广西医学,2006,28(6): 943-944.
- [9] 蒙明胜,廖阳君.罗汉果的优质高产栽培技术浅析[J].南方农业,2018, 12(6): 39,43.
- [10] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会.罗汉果质量等级:GB/T 35476—2017[S].北京:中国标准出版社,2017.
- [11] 卢凤来,刘金磊,黄永林,等.高效液相色谱法同时测定罗汉果中的六种葫芦烷三萜类皂苷[J].色谱,2008,26(4): 504-508.
- [12] 国家药典委员会.中华人民共和国药典:2015 年版一部[S].北京:中国医药科技出版社,2015:208,274-275.
- [13] 梁琼月,刘洋,廉晓丹,等.生物有机肥对罗汉果产质量及土壤养分的影响[J].贵州农业科学,2019,47(4): 100-103.

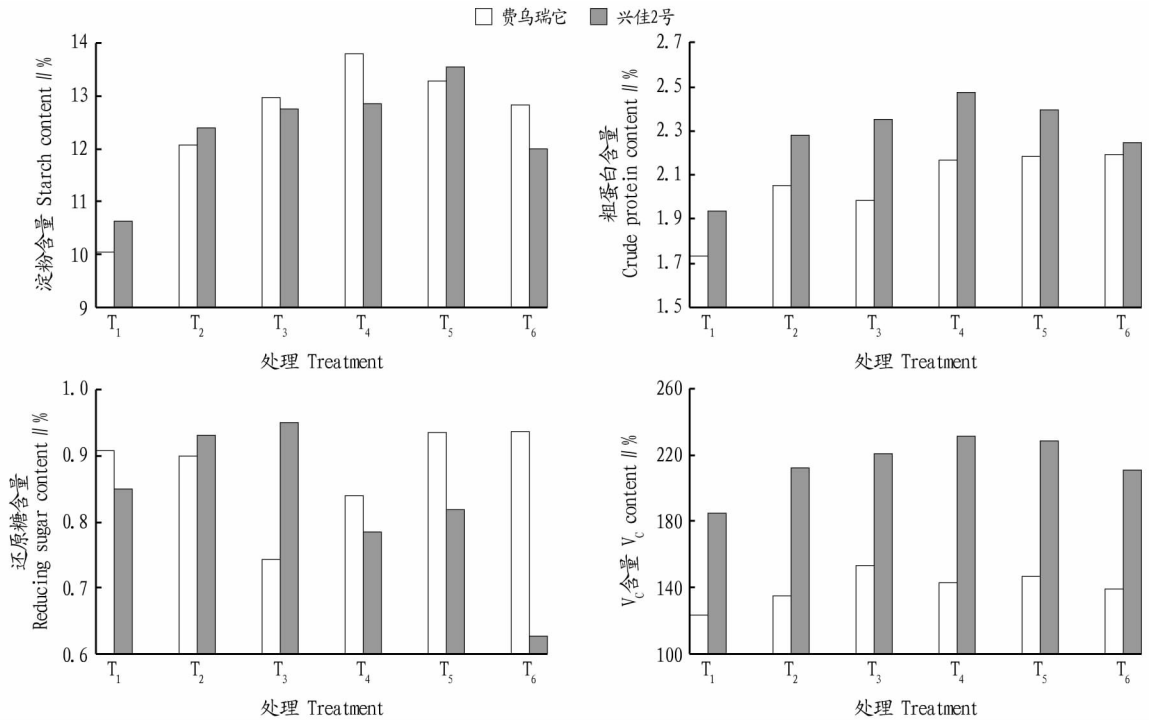


图2 新型肥料对马铃薯品质性状的影响
Fig.2 Effect of new fertilizer on quality traits of potato

参考文献

[1] 赵光磊,张雅奎,刁琢,等.生物酵素对马铃薯产量和品质的影响[J].安徽农业科学,2021,49(22):158-160.

[2] 梁锦秀,郭鑫年,张国辉,等.氮磷钾用量对宁南旱地马铃薯产量及水肥利用效率的影响[J].中国土壤与肥料,2015(6):76-81.

[3] 陈华,刘孟君,刘如霞.不同施肥水平对菜用马铃薯农艺性状及营养品质的影响[J].西北农业学报,2016,25(2):220-226.

[4] 陈光荣,王立明,杨如萍,等.平衡施肥对马铃薯-大豆套作系统中作物产量的影响[J].作物学报,2017,43(4):596-607.

[5] 孙磊,王弘,李明月,等.氮磷钾肥施用量及施用时期对马铃薯干物质积累与分配的影响[J].作物杂志,2014(1):132-137.

[6] 曾钰婷,许娟妮,尼玛卓嘎,等.不同施肥组合对马铃薯产量及品质的影响[J].安徽农业科学,2019,47(24):165-166,212.

[7] 赵光磊,张雅奎,吴凌娟,等.分期施肥对马铃薯新品种‘兴佳2号’产量和品质的影响[J].中国农学通报,2021,37(35):20-24.

[8] 王涛,何进智,何文寿,等.不同施肥处理对马铃薯产量和营养品质的影响[J].西南农业学报,2016,29(10):2416-2421.

[9] 胡卫静,今芝,梁宏,等.不同施肥方式对马铃薯产量及肥料利用率的影响[J].北方农业学报,2019,47(1):63-67.

[10] 王继雯,赵俊杰,李冠杰,等.新型复合微生物肥料对冬小麦生物学性状的影响[J].南方农业学报,2018,49(10):1953-1958.

[11] 吴萍萍,李录久,耿言安,等.不同新型肥料对江淮地区水稻生长及氮素吸收利用的影响[J].中国土壤与肥料,2019(3):149-153.

[12] 杨清龙,刘鹏,董树亭,等.有机无机肥配施对夏玉米氮素气态损失及籽粒产量的影响[J].中国农业科学,2018,51(13):2476-2488.

[13] 吴平江,夏叶,薛勇,等.生物有机肥对绿洲温室黄瓜产量、品质及土壤酶活性的影响[J].中国水土保持,2019(4):53-56.

[14] 王林云,项秋,许海敏,等.4种新型肥料对巨峰葡萄果实品质的影响试验[J].果树资源学报,2022,3(1):14-15.

[15] 李淑仪,廖新荣,王荣萍,等.不同有机肥及其用量对节瓜和丝瓜产量的影响[J].蔬菜,2015(2):21-26.

[16] 司东霞,吕福堂,戴保国,等.生态有机肥对日光温室西葫芦产量、品质及经济效益的影响[J].北方园艺,2016(1):147-152.

[17] 谭军利,马永鑫,王西娜,等.生物有机肥替代氮肥对压砂西瓜生长、产量及品质的影响[J].北方园艺,2022(7):30-38.

[18] 张国顺,朱徐燕,楼玲,等.减量施肥条件下生物有机肥对丝瓜产量与抗病性的影响[J].浙江农业科学,2021,62(5):900-903.

[19] 胡英宏,赵艳,任泽广,等.生物有机肥对菠萝根际真菌群落及心腐病发生率的影响[J].果树学报,2022,39(9):1678-1690.

(上接第 126 页)

[14] 张占田,徐维华,姜学玲,等.有机肥替代化肥对玉米生长、养分吸收和土壤肥力的影响[J/OL].分子植物育种,2022-04-22[2022-05-15].
https://kns.cnki.net/kcms/detail/46.1068.S.20220421.1638.023.html.

[15] 张颖娟,王亚榕,张鑫,等.生物有机肥对潞党参品质的影响[J].中国现代中药,2021,23(12):2120-2127.

[16] 何娇,梁巧玲,靳志锋.生物有机肥对甜玉米产量·品质和土壤肥力的影响[J].安徽农业科学,2021,49(24):175-177.

[17] 任辉丽,何月红,罗爱华,等.生物有机肥对宁杞7号产量和品质的影响[J].园艺与种苗,2021,41(11):3-5.